

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Gebrauchsmuster
⑩ DE 296 20 426 U 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
B01D 61/00
C 02 F 1/44
C 02 F 3/02
// C02F 11/00

②1	Akt nzeichen:	296 20 426.9
②2	Anmeldetag:	23. 11. 96
④7	Eintragungstag:	20. 3. 97
④3	Bekanntmachung im Patentblatt:	30. 4. 97

⑦3 Inhaber:
Preussag Noell Wassertechnik GmbH, 28359
Bremen, DE

⑦4 Vertreter:
Köckeritz, G., Pat.-Ass., 30625 Hannover

⑤4 Anlage zur Stofftrennung mittels Membranfiltration

DE 296 20 426 U 1

DE 296 20 426 U 1

Anlage zur Stofftrennung mittels Membranfiltration

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Stofftrennung mittels Membranfiltration, insbesondere zur biologischen Abwasserreinigung. Prinzipiell ist die
5 Anlage aber auch überall dort einsetzbar, wo eine Fest - Flüssig - Trennung bis zur Abtrennung kolloidaler Partikel ($> \text{ca. } 100\text{nm}$) oder auch eine Flüssig - Flüssig - Trennung im Bereich der Emulsionen erreicht werden soll.

Beschreibung

10

Bei der kommunalen und industriellen Abwasserreinigung werden zur Abtrennung abfiltrierbarer Stoffe bzw. Schlämme vom gereinigten Abwasser im wesentlichen drei Verfahren bzw. entsprechende Anlagen dafür angewendet:

- 15
- Schwerkraftentwässerung mittels Sedimentation (Nachklärbecken bzw. Eindicker),
 - Flotation,
 - konventionelle Oberflächen- und Tiefenfiltration (Sand-, Kies- und Mehrschichtfilter).

20

Nachklärbecken und Eindicker sind auf leicht sedimentierbare Stoffe angewiesen. Oftmals werden Schwebstoffe bzw. kleine, schwer sedimentierende Partikel nicht erfaßt und finden sich im Anlagenablauf wieder, wo sie zur Erhöhung von Ablaufparametern (abfiltrierbare Stoffe, CSB, Phosphor, etc.)
25 führen können. Hinzu kommt ein hoher Platzbedarf zur Errichtung der Anlagen; dies gilt insbesondere bei Erweiterungen bestehender Anlagen in Ballungsgebieten.

Die Flotation führt in der Regel zwar zu höheren Trockenstoffgehalten, ist
30 jedoch nur bei geringen Dichteunterschieden zwischen Partikel und Abwasser anwendbar.

Die konventionelle Filtration ist zwar prinzipiell in der Lage, kleinere Partikel abzuscheiden, kann allerdings bei zu hohen Feststoffgehalten zur schnellen Verstopfung der Aggregate führen. Wenn die Rückspülintervalle zu kurz
5 sind, ist die Wirtschaftlichkeit der Filtration in Frage gestellt. Zudem können keine Feinstpartikel zurückgehalten werden, die aufgrund ihrer großen spezifischen Oberfläche nennenswerte Mengen an zu entfernenden Stoffen enthalten können. Die Abtrennung beruht stets auf dem Prinzip, daß sich der Filter belädt und bei einem vorher als noch wirtschaftlich erachtetem Druck-
10 verlust rückgespült werden muß.

Insbesondere aufgrund der geforderten Reinigungsleistung gewinnen Membranverfahren immer stärker an Bedeutung. Dabei ist allerdings der Druckverlust über die Membran zu bedenken, so daß bei den in der Abwasserrei-
15 nigung vorkommenden Volumenströmen nur Mikrofiltrationsverfahren wirtschaftlich betrieben werden können. Die Entwicklung der Module ist mittlerweile soweit gediehen, daß nur noch geringe Druckdifferenzen aufgeprägt werden müssen, um einen ausreichenden Permeatstrom (entspricht dem gereinigten Abwasserstrom) zu gewährleisten. Dies verringert den erforderli-
20 chen Energieeintrag entscheidend. Problematisch bei der Anwendung von Membranverfahren im relativ feststoffreichen Abwasserbereich ist die Gefahr eines schnellen Fouling, d.h. einer Membranverblockung und somit einer frühzeitigen Beendigung des Betriebes. Um dem zu begegnen, werden die Membranen im Kreuzstrom (Crossflow) betrieben, so daß das Aufwachsen
25 von Belägen vermieden oder zumindest stark vermindert werden kann.

Es sind bereits Vorrichtungen zur Belebtschlammbehandlung und zur kommunalen Abwasserbehandlung bei denen Membranverfahren eingesetzt werden bekannt geworden. Das EP 0 510 328 beinhaltet eine Vorrichtung
30 zur Belebtschlammbehandlung, bestehend aus einem Belebtschlammbehälter, in dem vertikal angeordnete Membranmodule in definierten Abständen

zueinander eingehängt sind und die aufwärts überströmt werden. Mit dieser Vorrichtung wird beispielsweise der Einsatz von Membranen in Plattenpaketen direkt im Belebungsbecken einer kommunalen Kläranlage ermöglicht.

Wenn das Becken von vornherein für den Einsatz von Membranen ausgelegt wurde, kann auch vollständig auf ein Nachklärbecken verzichtet werden.

Der Ablauf ist frei von abfiltrierbaren Stoffen sowie Bakterien und den meisten Viren. Nachteilig bei dieser Vorrichtung erweist sich der Zeitaufwand für die Reinigung der Membranen, der erforderlich ist, um einem Fouling entgegenzuwirken. Dieser hat eine Anlagenverfügbarkeit von ca 83% zur Folge.

Dies erfolgt mittels Permeat-Rücklauf, sowie der auch bei der Beschickung vorhandenen Anströmung der Membran. Der Permeatdruck ist zu gering, um eine schnelle, effektive Spülung zu gewährleisten. Während der Beschickung ist keine Möglichkeit gegeben, die Membranen von Ablagerungen zu befreien. Die Plattenpakete sind nur unzureichend druckstabil, um den hohen Belastungen bei einer schlagartigen druckbeaufschlagten Rückspülung standzuhalten. Da die Platten in relativ geringen Abständen parallel zueinander angeordnet sind, nimmt der Druckverlust und damit die aufzuwendende Energiemenge mit steigender Plattenhöhe stark zu. Zur Erzeugung eines Vakuums auf der Saugseite der Membranen muß Energie aufgewendet werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die bekannten Lösungen zur Stofftrennung mittels Membranfiltration zu verbessern und insbesondere die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch den Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindungen sind in den zugehörigen Unteransprüchen enthalten.

Die vorliegende Erfindung umfaßt demnach eine Anlage zur Stofftrennung, mittels Membranfiltration. Diese beinhaltet mindestens eine aus einer Viel-

zahl einzelner Filtermembranen bestehende Einheit. Die Filtermembranen sind durch mindestens zwei über Einrichtungen zur Ableitung des Permeats verfügende Platten an den Membranenden z.B. mittels Vergußmassen miteinander verbunden, wobei die Länge der Filtermembranen den Abstand der Platten zueinander überschreitet. Innerhalb dieser Rahmenkonstruktion sind die Filtermembranen in horizontaler Anordnung zu einer Einheit zusammengefaßt. Durch diese erfindungsgemäße Anordnung der Membranen sind diese frei beweglich und werden durch den Strom des zu behandelnden Mediums in Bewegung gehalten. Die Behandlungsintervalle können durch die Beweglichkeit der Membranen verlängert werden, da sich im Medium befindliche Partikel nicht in die Poren der Membranen setzen können bzw. wieder abgelöst werden.

Durch Rückhaltung von Stoffen die die Filtermembranen nicht durchdringen können, erfolgt eine Aufkonzentrierung. Die Filtration erfolgt infolge transmembraner Druckdifferenz von außen nach innen und die Ableitung des Permeats wird über die genannten Platten vorgenommen.

Die horizontale Anordnung der Membranen und die Anströmung der Membranen von unten durch das zu behandelnde Medium wirkt dem Anlagenfouling entgegen und erreicht eine erhebliche Verringerung bzw. Vermeidung von Ablagerungen auf den Membranen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Filtermembranen als Tubular- oder Kapillarmembranen ausgeführt und weisen eine Druckstabilität sowohl von innen nach außen, als auch von außen nach innen auf. Solche Filtermembranen können problemlos mit hohen Drücken beaufschlagt werden. Die spezifische Membranfläche dieser Membranen ist mehr als doppelt so hoch, wie beispielsweise die von Plattenmembranen. Die eingesetzten Membranen besitzen einen symmetrischen Aufbau und zeichnen sich durch sehr geringe transmembrane Druckdifferenzen bei hoher Reinigungsleistung und hohen Permeatflüssen aus. Der symmetrische Aufbau erlaubt einen Betrieb in beide Filterrichtungen mit derselben Membran. Ab-
rasionen an der Membran führen aufgrund des symmetrischen Aufbaus nicht

zur Zerstörung der aktiven Filterschicht, wodurch die Standzeiten der Membranen entscheidend verlängert werden können.

Sollte die freie Beweglichkeit der Membranen nicht ausreichen, um die Poren der Membranen vor Zusetzung durch im Medium befindlicher zu feiner Partikel zu schützen, sind nach einem weiteren Merkmal der Erfindung Mittel vorgesehen, die den Rahmen der Einheit Schwingungen (z.B. Exenter, Ultraschall) aufprägen, die auf die Membranen übertragen werden. Diese Maßnahme wirkt dem Anlagenfouling entgegen und ermöglicht entweder verlängerte Spülintervalle oder einen höheren Feststoffgehalt im Behandlungsbecken. In diesem Fall sind die zu- und abführenden Rohrleitungen als Schlauchleitungen ausgeführt, um die Schwingungen nicht auf die Verrohrung zu übertragen.

Die Membranen können bei ansteigender Druckdifferenz mit Permeat rückgespült werden. Zur Erzielung einer guten Reinigungsleistung innerhalb kurzer Zeit wird ein deutlich höherer Druck als beim Filterbetrieb aufgeprägt. Die Rückspülung erfolgt bevorzugt über die Permeatleitung. Zur Spülung wird die Ablaufleitung über eine Verschlußarmatur geschlossen und die Spülwasserleitung geöffnet. Tubularmembranen sind ausreichend druckstabil und müssen nicht mit einer zusätzlichen Stützschrift versehen werden. Die Membranreinigung kann einheitenweise erfolgen, so daß ein ständiger Filterbetrieb über die verbleibenden Einheiten gewährleistet ist.

Die horizontal angeordneten Membranen werden wie bereits erwähnt von unten vom zu behandelnden Medium angeströmt. Die Anströmung erfolgt je nach Betriebsweise entweder durch aufsteigende Luftblasen (Begasungseinrichtung), die zur Belüftung des Mediums eingesetzt werden (z.B. bei der aeroben Abwasserbehandlung) oder im Fall anderer Trennaufgaben durch entsprechende Rührwerke und/oder Flüssigkeitsverteiler, die eine Anströmung der Membranen zur Minimierung der Deckschichtbildung auf der Membran bewirken und unterhalb der Membraneinheiten angeordnet sind.

30

Um eine leichte Montage und Demontage der Einheiten sicherzustellen, sind die Einheiten und Permeatleitungen über Schnellkupplungen miteinander verbunden. Diese Verrohrung wird aus den selben Gründen vorzugsweise mit druckfesten Schlauchleitungen hergestellt. Die Schläuche müssen sowohl über- als auch unterdruckstabil ausgeführt sein, um Filtration und Rückspülung über eine Leitung zu gewährleisten.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Membranen zur Verringerung der Druckverluste von unten nach oben so angeordnet, daß die Abstände zwischen den einzelnen Filtermembranen innerhalb der Einheit von unten nach oben abnehmen.

Die erforderliche Druckdifferenz kann durch Anlegen eines Unterdrucks auf der Permeatseite oder durch Überdruck auf der Seite des zu behandelnden Mediums aufgeprägt werden.

Die transmembrane Druckdifferenz wird durch Anlegen von Überdruck auf der Konzentrat- bzw. Abwasserseite dadurch erzeugt, daß der Behälter, welcher die Filtermembraneinheit beinhaltet, mit Überdruck beaufschlagt wird, wobei die bei einer biologischen Behandlung entweder die Zulaufpumpe als Druckerhöhungspumpe ausgeführt wird (anaerob) oder die Begasung mit Druckhalteventil in der Abluftleitung zur Erzeugung des Überdrucks genutzt wird (aerob).

Ein besonders bevorzugtes Merkmal der Erfindung beinhaltet, daß die Wassersäule einer Hochbiologie zur Erzeugung der transmembranen Druckdifferenz genutzt wird, wobei die Membraneinheit entweder direkt in der Behälterbiologie angeordnet ist oder in einem separaten Behälter untergebracht ist, der mit der Hochbiologie in Verbindung steht.

Eine besondere Ausführung der Erfindung beinhaltet, daß mindestens eine Einheit entnehmbar in einem Behandlungsbecken zur Abwasserreinigung mittels Aufhängungen angeordnet ist. Die Halterungen sind so gestaltet, daß die Einheiten zur Reinigung mit geringem Aufwand entfernt werden können. Die Einheiten sind dabei leicht demontierbar, um einzelne Membranen aus-

tauschen zu können. Die Einheiten werden dazu mittig in einem Behandlungsbecken angeordnet, wobei der Abstand zwischen Beckenrand und Einheit groß genug sein muß zur Entwicklung einer ausgeprägten Zirkulationsströmung. In den Einheiten strömt das Medium aufwärts und an den Seiten wieder abwärts. Über die gesamte Länge des Beckens werden soviel Einheiten
5 direkt aneinander anschließend eingebaut, daß sie mit den Beckenstirnseiten abschließen. Die Seitenwände der Einheiten grenzen ebenfalls direkt aneinander an und bilden eine durchgehende Wand, so daß das aufströmende Medium nicht zur Seite herausgedrückt werden kann. Bei breiten Behandlungsbecken ist es darüber hinaus möglich, mehrere Einheitenreihen
10 parallel zueinander anzuordnen; zwischen den Reihen erfolgt die Abwärtsbewegung des zu behandelnden Mediums.

Der Einsatz dieser Anlage direkt in einer aeroben Belebtschlamm - Beckenbiologie zur Abtrennung des Klarlaufs durch Mikrofiltration ergeben sich
15 nachstehende Vorteile:

- bei einer Teilstrombehandlung in bestehenden Kläranlagen wird das Nachklärbecken hydraulisch entlastet,
- Kläranlagenerweiterungen sind aufgrund der Einsparung neuer Nachklärbecken sehr platzsparend durchführbar,
- 20 - abfiltrierbare Stoffe werden vollständig zurückgehalten; Betriebschwankungen und damit verbundene Variationen in der Absetzbarkeit der Feststoffe treten nicht auf,
- der Feststoffgehalt im Belebungsbecken kann erhöht werden; daraus ergibt sich eine höhere Umsatzrate, das Beckenvolumen kann kleiner
25 gehalten werden,
- an abfiltrierbaren Stoffen adsorbierte Verunreinigungen werden nicht mehr über den Klarlauf ausgetragen.

Wie bereits erwähnt, ist es nach einem weiteren bevorzugten Merkmal der
30 Erfindung möglich, daß mindestens eine Einheit innerhalb eines mit Überdruck beaufschlagbaren Behälters einer Behälterbiologie zur biologischen

Abwasserreinigung angeordnet ist. In diesem Fall wird der Füllstand so hoch gewählt, daß der Überdruck zum Betrieb der Mikrofiltrationsmembran allein durch die geodätische Höhendifferenz zwischen Füllstand und Oberkante der Membraneinheiten aufgebracht wird. Die Begasung bzw. das Rührwerk müssen entsprechend ausgelegt werden, um die Durchströmung sicherzustellen. Die Permeatleitung muß auf die verlängerte Entnahme umgerüstet werden. Bei dieser Variante können die Membraneinheiten nach einem weiteren Merkmal der Erfindung auch in einem gesonderten Behälter installiert werden, der über eine zu- und eine abführende Leitung mit der Behälterbiologie verbunden ist. Die beim Überpumpen erzeugte Strömungsgeschwindigkeit dient der Anströmung der Membranen.

Zusätzlich kann zur weiteren Erhöhung der Anströmgeschwindigkeit ein Rührwerk unterhalb der Einheiten installiert werden. Zur Revision werden die Verbindungsleitungen verriegelt und die Membraneinheit kann nach Öffnen des Behälters entnommen werden. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Einheit nicht aus dem hohen Behälter herausgehoben werden muß. Zudem entfällt eine relativ komplizierte Führung der Permeatleitung durch die Behälterwand.

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In der Abbildung zeigen

- Figur1: schematischer Aufbau und Wirkprinzip einer Filtermembraneinheit,
- Figur2: Filtration mit Unterdruck,
- Figur3: Rückspielbetrieb bei Arbeitsweise mit Unterdruck,
- Figur4: Überdruckbetrieb bei aerober Behandlung,
- Figur5: Überdruckbetrieb bei anaerober Behandlung,
- Figur6: schematischer Aufbau einer Hochbiologie, wobei die Membraneinheit in einem separaten Behälter untergebracht ist,

- Figur7: schematischer Aufbau einer Hochbiologie, wobei die Membraneinheit direkt in der Behälterbiologie angeordnet ist,
- Figur8: schematische Anordnung der Membraneinheit in einem Belebtschlammbecken zur Abwasserfiltration
- 5 Figur9: schematische Darstellung der Einordnung der Membraneinheit in einer Anlage zur Flockenseparierung nach erfolgter Fällung (29) / Flockung (30)
- Figur10: schematische Darstellung der Einordnung der Membraneinheit in einer Anlage zur Separierung von Emulsionen aller Art, die nicht zum Verkleben der Membranen neigen, z.B. zur Abtrennung von Ölen (33) aus Emulsionen
- 10 Figur11: schematische Darstellung der Einordnung der Membraneinheit in einer Anlage zur Abtrennung von Schwebstoffen bei der Trinkwassergewinnung, aus Grund- und Oberflächenwasser vor Trinkwasseraufbereitung (31)
- 15 Figur12: schematische Darstellung der Einordnung der Membraneinheit in einer Anlage zur Verringerung der Keimzahl (34) (Desinfektion) im Ablauf kommunaler Kläranlagen (35).

20

Kommunales Abwasser zeichnet sich durch relativ niedrige Schadstoffkonzentrationen aus:

NH ₄ -N	:	40 - 60	mg/l
TKN	:	50 - 70	mg/l
CSB	:	400 - 900	mg/l
BSB ₅	:	200 - 400	mg/l
Phosphat	:	8 - 15	mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	:	200 - 500	mg/l

25

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Anlage.

Dem Reaktor (1), in dem sich der Belebtschlamm befindet, wird das zu reinigende Abwasser mittels Zulaufpumpe (2) oder im freien Gefälle (3) zugeführt. Der Reaktor (1) kann als offener oder geschlossener Behälter oder als Betonbecken ausgeführt werden. Die Aufstellung kann oberirdisch oder im Boden versenkt erfolgen. Im Reaktor (1) ist die bereits in Fig. 1 beschriebene Membraneinheit (3) mittels geeigneter Aufhängungen über den Belüftungseinrichtungen (4) derart installiert, daß eine Airliftströmung durch die horizontal angeordneten Membranen (5) einer Membraneinheit (3) induziert wird (siehe auch Fig. 1). Durch die Airliftströmung und die durch die Membranen (5) hindurchtretenden Luftblasen wird eine Deckschichtbildung minimiert. Bei Bedarf kann die Überströmung der Membranen durch Rührorgane (6) oder Umwälzpumpe (7) mit Flüssigkeitsverteiler (8) erhöht werden. Die Membraneinheiten (3) werden in der Reihe, d. h. mit den Stirnseiten der permeatabführenden Platten (9) hintereinander, über den Belüftungsorganen (4) installiert, so daß sich zwischen den permeatabführenden Platten (9) und den Reaktorwänden (10) eine Schlaufenströmung (11) ausbildet. Die zur Abtrennung des gereinigten Wassers von Belebtschlamm notwendige transmembrane Druckdifferenz wird durch permeatseitigen Unterdruck mittels Vakuumpumpe (12) erzeugt. Das gereinigte Wasser verläßt den Reaktor (1) über die Permeatleitung (13). Fig. 3 zeigt eine Detailzeichnung der Permeatabführung. Angetrieben durch den mittels Vakuumpumpe erzeugten Unterdruck im Inneren der Membranen (5) strömt das gereinigte Wasser von außen durch die membranaktive Schicht in das Innere der Membranrohre oder -kapillare (5) und wird über die Endplatten (9) der Membraneinheit (3) und die Permeatleitung (13) durch das geöffnete Ventil (14) abgeführt. Das Ventil (16) ist während der Filtrationsphase geschlossen. Es kommen Membranen mit Porenweiten von 0,1 - 0,5 μm zur Anwendung, so daß der Belebtschlamm (Bakteriengröße ca. 1 μm) zurückgehalten wird und im Reaktor verbleibt. Durch diese sichere Rückhaltung des Belebtschlammes sind Biomassekonzentrationen von 20 - 40 g/l im Reaktor einstellbar, die um den

Faktor 5-15 höher liegen als bei konventionellen Belebtschlammanlagen mit Nachklärung. Daraus ergibt sich wie oben beschrieben eine entsprechende Erhöhung der Raum-Zeit-Ausbeute bzw. entsprechende Volumeneinsparungen. Im weiteren werden auch Keime und Viren zurückgehalten, womit die
5 Einleitung des gereinigten Wassers ohne weitere Desinfektion in Badegewässer möglich ist.

Die das Permeat abführende Vakuumpumpe (12) erzeugt je nach Betriebszustand der Membranen und geforderten Abflußmengen einen Unterdruck von 0,3 - 0,5 bar. Die sich bei der Filtration aus zurückgehaltenen Stoffen
10 bildende Deckschicht auf den Membranen (5) wird in ihrer Dicke durch die oben beschriebene Anströmung minimiert, erzeugt jedoch einen ihrer Dicke und Konsistenz entsprechenden Filterwiderstand. Zur Ablösung der Deckschicht periodisch Membranrückspülungen (siehe Fig. 4) eingeleitet. Dazu wird die Vakuumpumpe (12) abgeschaltet und das Permeatventil (14) geschlossen.
15 Anschließend wird das Rückspülventil (16) geöffnet und mit der Rückspülpumpe (17) Filtrat für wenige Sekunden entgegen der Filterrichtung durch die Membranen gedrückt. Durch den dabei entstehenden Durchstoß wird die Membranoberfläche freigespült. Für die Rückspülung werden je nach Erfordernissen Überdrücke von 1-3 bar eingestellt. Die Rückspülhäufigkeit der Membranelemente (3) richtet sich nach dem jeweiligen Einsatzfall
20 und der Betriebsweise, wobei jedes einzelne Membranelement (3) separat rückspülbar ist. Für Revisionsfälle und zur Intensivreinigung sind die Membranelemente (3) einzeln entnehmbar.

Die für aerobe biologische Abbauprozesse erforderliche Luft wird dem Reaktor über Belüftungsorgane (4) zugegeben. Die Abluft verläßt den Reaktor
25 über den Abluftstutzen (18).

Der bei der biologischen Abwasserreinigung entstehende Überschussschlamm wird in Abhängigkeit der gewünschten Biomassekonzentration im Reaktor über einen Stutzen (19) durch Öffnen des Schlammablaßventils (20)
30 abgezogen.

In dem beschriebenen Reaktor Fig. 2 werden die Abwasserinhaltsstoffe CSB und BSB₅ biologisch oxidiert. Die Suspensa (abfiltrierbare Stoffe) wird vollständig zurückgehalten. Das Phosphat wird zu etwa 40% biologisch, d.h. durch Inkorporation in die entstehende Biomasse, eliminiert. Eine erhöhte biologische Phosphorelimination kann durch Vorschaltung einer

5 Anaerobstufe (nicht dargestellt) erreicht werden. Mit zusätzlicher simultaner chemischer Fällung können die jeweils geforderten Phosphat Einleitgrenzwerte sicher eingehalten werden. Das Ammonium wird bei hohen Raum-Zeit-Ausbeuten zu Nitrat oxidiert. Zur biologischen Denitrifikation des Nitrats be-

10 findet sich vor dem oben beschriebenen Reaktor (Fig. 2) ein anoxisch betriebener Bioreaktor (nicht dargestellt) nach dem Prinzip der vorgeschalteten Denitrifikation. Die mit der patentgemäßen Anlage erzielbaren Ablaufwerte sind:

NH ₄ -N	:	< 1 mg/l
NO ₃ -N	:	5 mg/l
CSB	:	45 mg/l
BSB ₅	:	10 mg/l
Phosphat	:	< 1 mg/l
Suspensa	:	0 mg/l

15

Die Abbildung Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 zeigen weitere Ausführungsbeispiele der patentgemäßen Vorrichtung.

Fig. 5 zeigt einen Biohochreaktor (1) in dem die Membranelemente (3) über den Belüftungsorganen (4) installiert werden. In dieser Anwendung wird die

20 Differenzwassersäule (19) zur Erzeugung der für die Filtration erforderlichen transmembranen Druckdifferenz genutzt. Eine Vakuumpumpe ist hier nicht erforderlich. Der für die Filtration wirksame Überdruck ergibt sich direkt aus der Differenzhöhe von Wasserspiegel Bioreaktor und Permeatablaufrohr

25 (13) (z. B. 10m \cong 1bar). Fig. 6 zeigt eine Variante der Anwendung aus Fig. 5

bei der die Membranelemente (3) in einen separaten Behälter (21) untergebracht sind, der über eine Umwälzleitung (22) mit Umwälzpumpe (7) mit der Hochbiologie verbunden ist. Die Anströmung der Membranen (5) der Membranelemente (3) wird mit dem Umwälzstrom durch ein Flüssigkeitsverteil-

5 system (8) realisiert, ggf. durch Rührorgane (6) unterstützt. Vorteil dieser Variante ist die bessere Zugänglichkeit der Membraneinheiten (3) zur Revision und für Intensivreinigungen der Membrane. Dazu wird der separate Behälter (21) durch die Ventile (23) und (24) von der Hochbiologie (1) getrennt.

10 Nach Entfernung eines Deckels können die Membranelemente entnommen werden (nicht dargestellt). Die Betriebs- und Funktionsweise entspricht ansonsten den obigen Ausführungen.

Fig. 7 zeigt die Anwendung der patentgemäßen Vorrichtung in bestehenden Belebungsanlagen. Die Membraneinheit (3) wird mittels geeigneter Aufhän-

15 gungen (25) entnehmbar in einem bestehenden Belebungsbecken über den Belüftungsorganen (4) angeordnet, wobei der Abstand zwischen Beckenrand (28) und den permeatableitenden Endplatte (9) groß genug ist zur Ausbildung einer Schlaufenströmung (11). Diese Anwendung ermöglicht eine Entlastung überlasteter Belebungs- und Nachklärbecken. Durch die Ent-

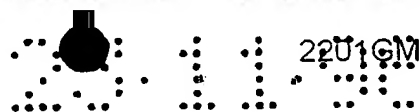
20 nahme von gereinigtem Wasser mittels Membraneinheiten (3) aus den Belebungsbecken wird die hydraulische Belastung des Nachklärbecken deutlich reduziert. Durch die sichere Rückhaltung der Biomasse kann die Biomassekonzentration im Belebungsbecken erhöht werden, womit eine deutliche Leistungssteigerung der Belebungsanlage erreicht wird.

25 Fig. 8 zeigt eine Variante der Anwendung aus Fig. 2 bei der die erforderliche transmembrane Druckdifferenz nicht durch eine Vakuumpumpe erzeugt wird, sondern durch Anlegen von Überdruck auf der Konzentratseite erzeugt wird. Der Überdruck wird bei aeroben Betrieb der Anlage durch die Begasung mit Druckhalteventil (26) in der Abluftleitung (27) erzeugt.

30 Die bisher aufgeführten Anwendungen der patentgemäßen Anlage zur aeroben biologischen Abwasserreinigung können auch für die anaerobe Abwas-

serreinigung zur Anwendung gebracht werden, indem statt der Belüftungsorgane Rührwerke und/oder Umwälzpumpe mit Flüssigkeitsverteilern zur Anströmung der Membranen eingesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Rezirkulation von Faulgas und Einbringen über Gasverteiler unterhalb
5 der Membraneinheiten (3) (nicht dargestellt).

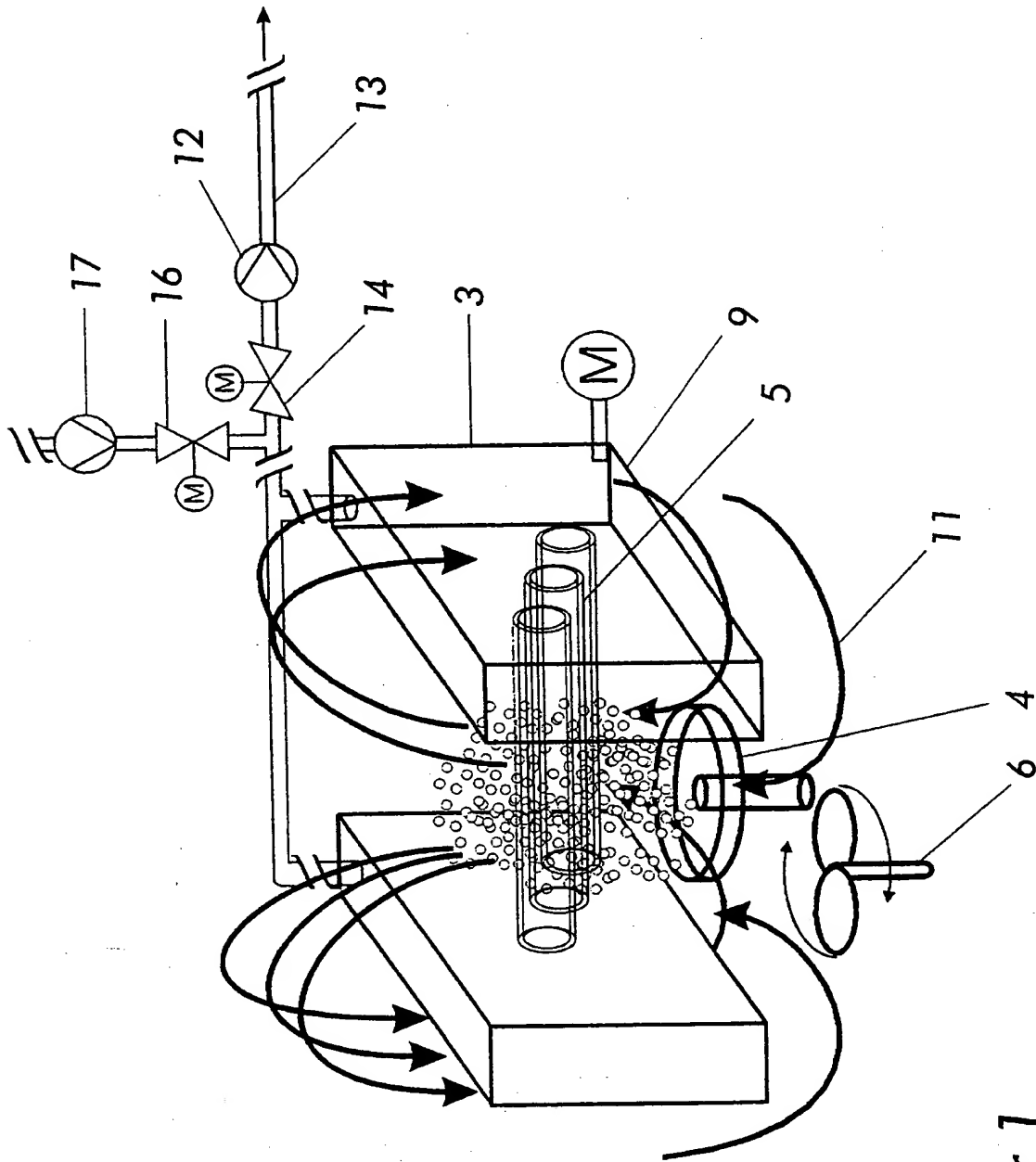
Die Abbildungen Fig. 9, 10, 11, 12 zeigen nichtbiologische Anwendungen der patengemäßen Vorrichtung für unterschiedliche Stofftrennaufgaben.



Schutzansprüche

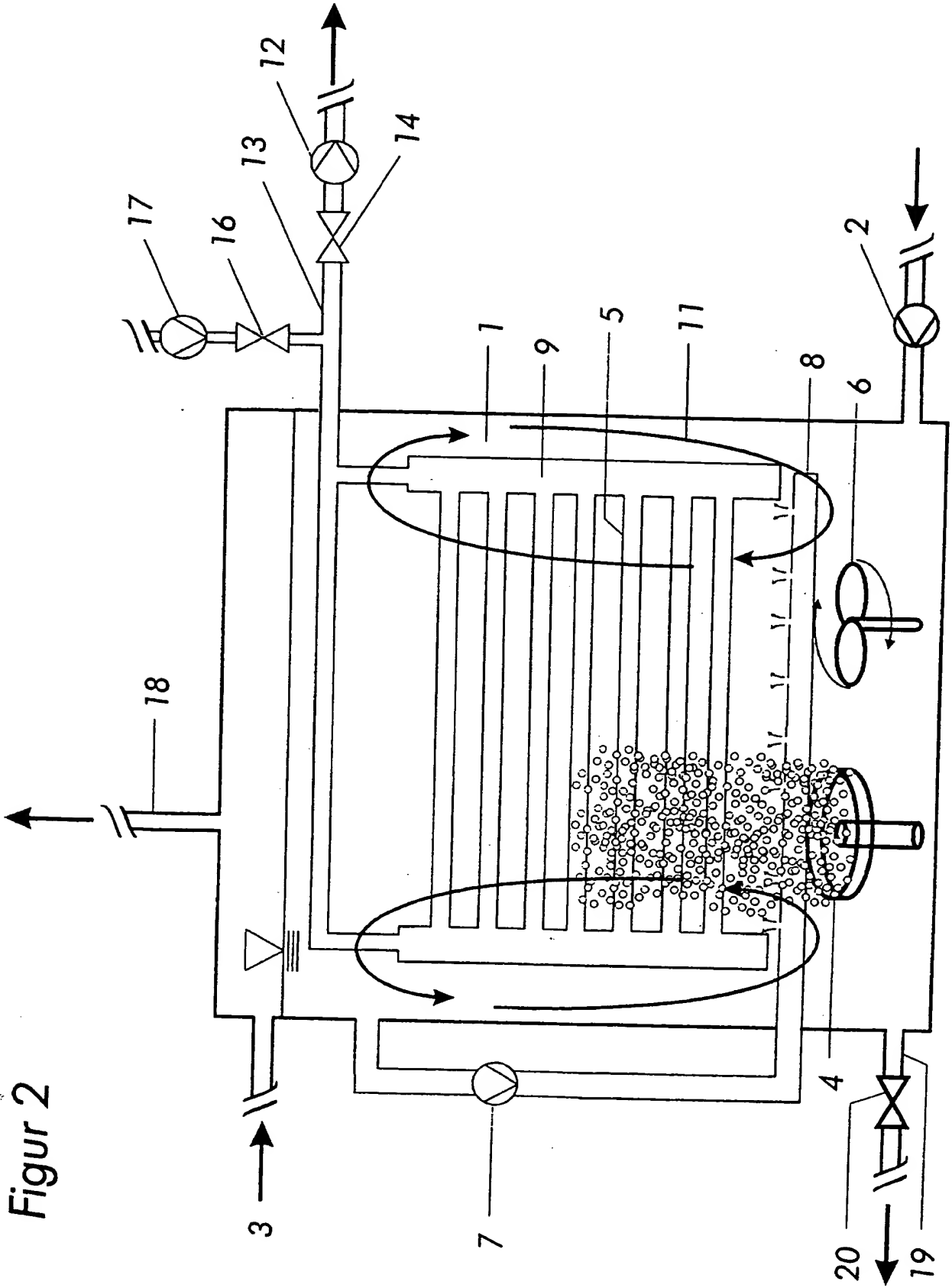
- 5 1. Anlage zur Stofftrennung, mittels Membranfiltration, welche mindestens eine Einheit beinhaltet, die eine Vielzahl einzelner Filtermembranen umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß
10 die Filtermembranen durch mindestens zwei über Einrichtungen zur Ableitung des Permeats verfügende Platten an den Membranenden miteinander verbunden sind, wobei die Länge der Filtermembranen den Abstand der Platten zueinander überschreitet und die Filtermembranen innerhalb dieser Rahmenkonstruktion in horizontaler Anordnung zu einer Einheit zusammengefaßt sind.
- 15 2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermembranen als Tubular- oder Kapillarmembranen ausgeführt sind und Druckstabilität in jede mögliche Filterrichtung aufweisen.
- 20 3. Anlage nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die den Rahmen der Einheit Schwingungen aufprägen, die auf die Membranen übertragen werden.
- 25 4. Anlage nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Verschlußarmatur vorgesehen ist, die eine Rückspülung der Filtermembranen über die Permeatleitung ermöglicht.
- 30 5. Anlage nach mindestens einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände zwischen den einzelnen Filtermembranen innerhalb der Einheit von unten nach oben abnehmen.

6. Anlage nach mindestens einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens eine Einheit entnehmbar in einem Behandlungsbecken zur
Abwasserreinigung mittels Aufhängungen angeordnet ist, wobei der
5 Abstand zwischen Beckenrand und Einheit groß genug ist zur Entwicklung einer Zirkulationsströmung.
7. Anlage nach mindestens einem der obigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß
10 mindestens eine Einheit innerhalb eines mit Überdruck beaufschlagbaren Behälters einer Behälterbiologie zur biologischen Abwasserreinigung angeordnet ist.
8. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
15 bei einem anaeroben Betrieb der Anlage die Zulaufpumpe als Druckerhöhungspumpe ausgeführt ist.
9. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
20 bei einem aeroben Betrieb der Anlage die Begasung mit Druckhalteventil in der Abluftleitung zur Erzeugung des Überdrucks genutzt wird.
10. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
25 die Wassersäule einer Hochbiologie, in der mindestens eine Einheit angeordnet ist, den Überdruck bewirkt.
11. Anlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß
die Einheit in einem gesonderten Behälter angeordnet ist, der mit der Wassersäule einer Hochbiologie in Verbindung steht.
- 30 12. Anlage nach mindestens einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
unterhalb der Einheiten Rührwerke und/oder Begasungseinrichtungen und/oder Flüssigkeitsverteiler angeordnet sind.

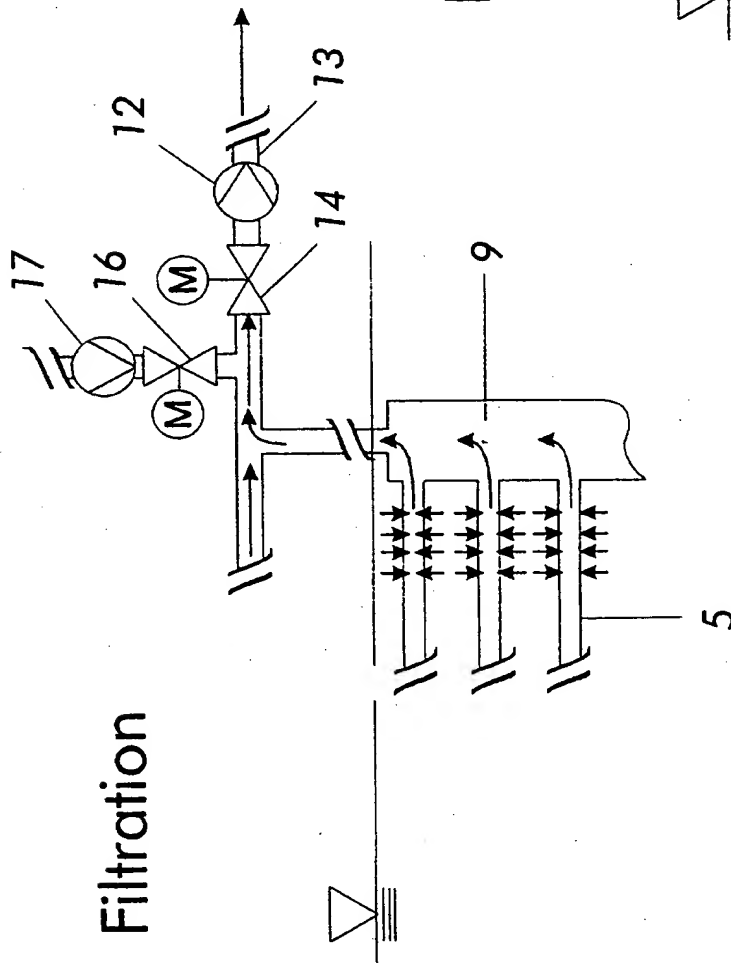


Figur 1

Figur 2

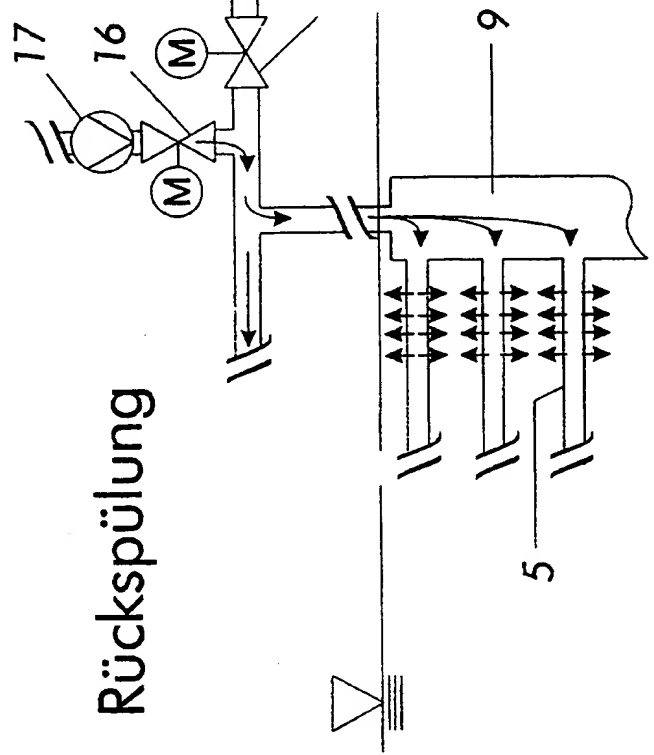


Filtration



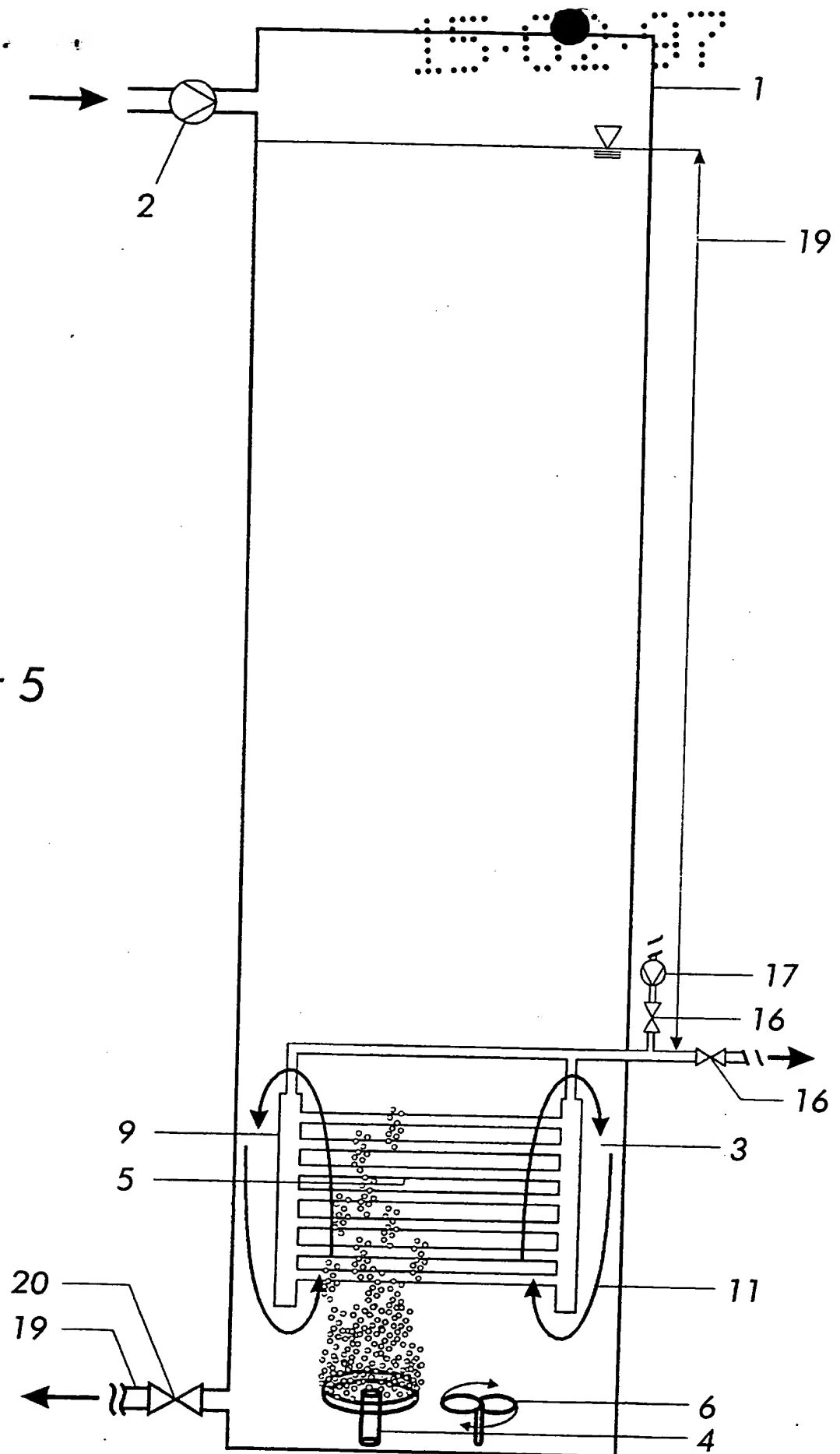
Figur 4

Rückspülung



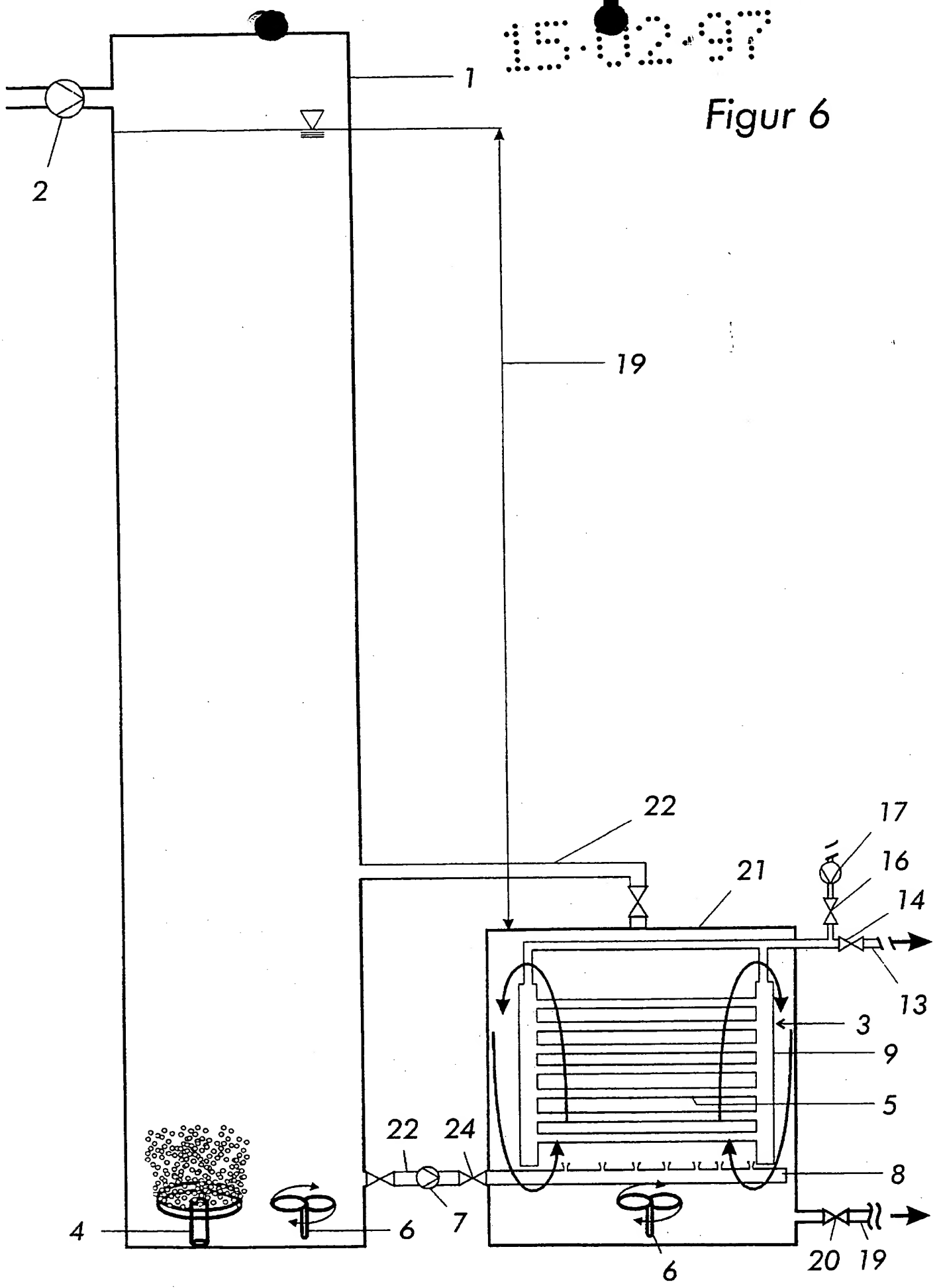
Figur 3

Figur 5

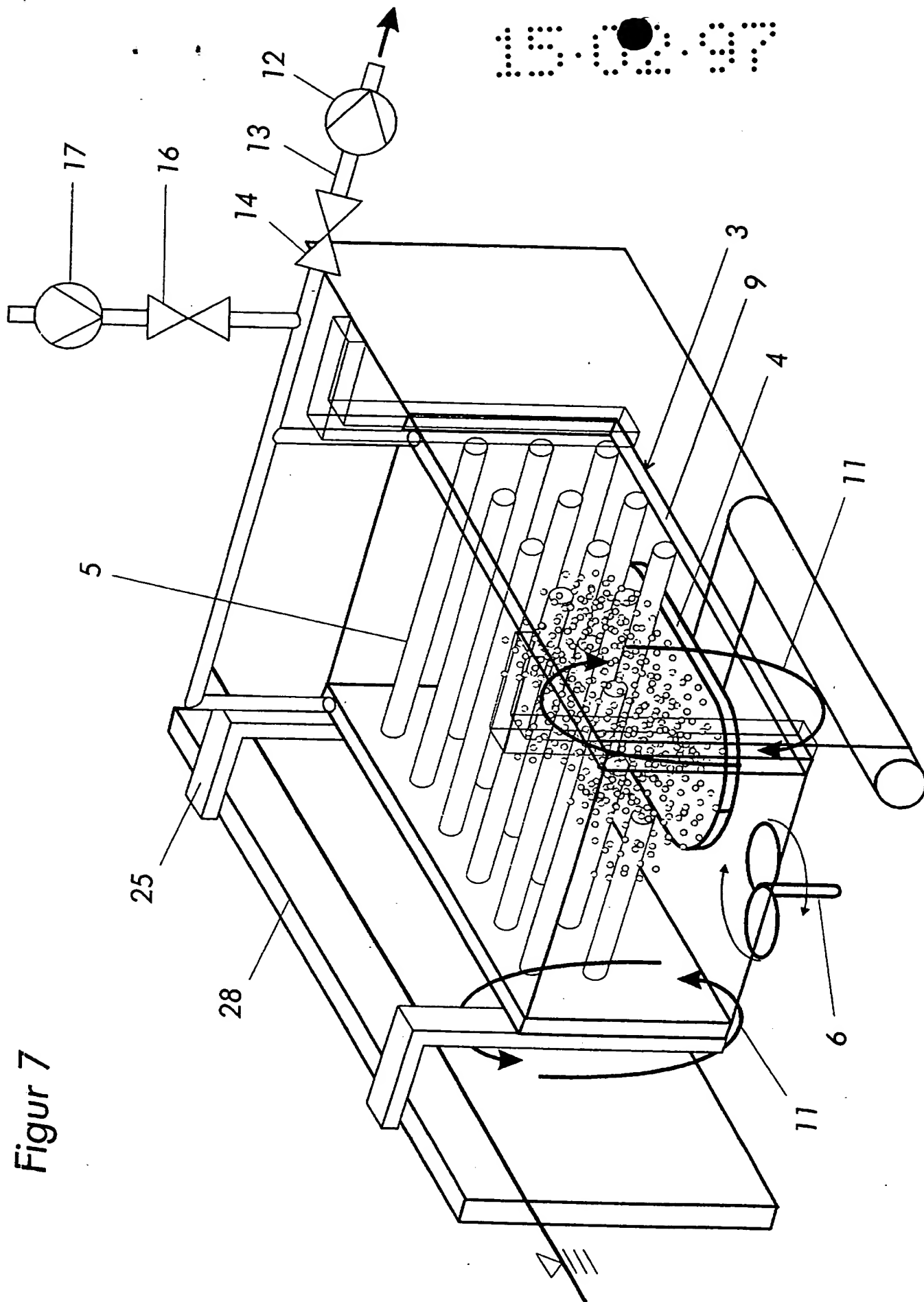


15.02.97

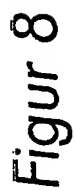
Figur 6



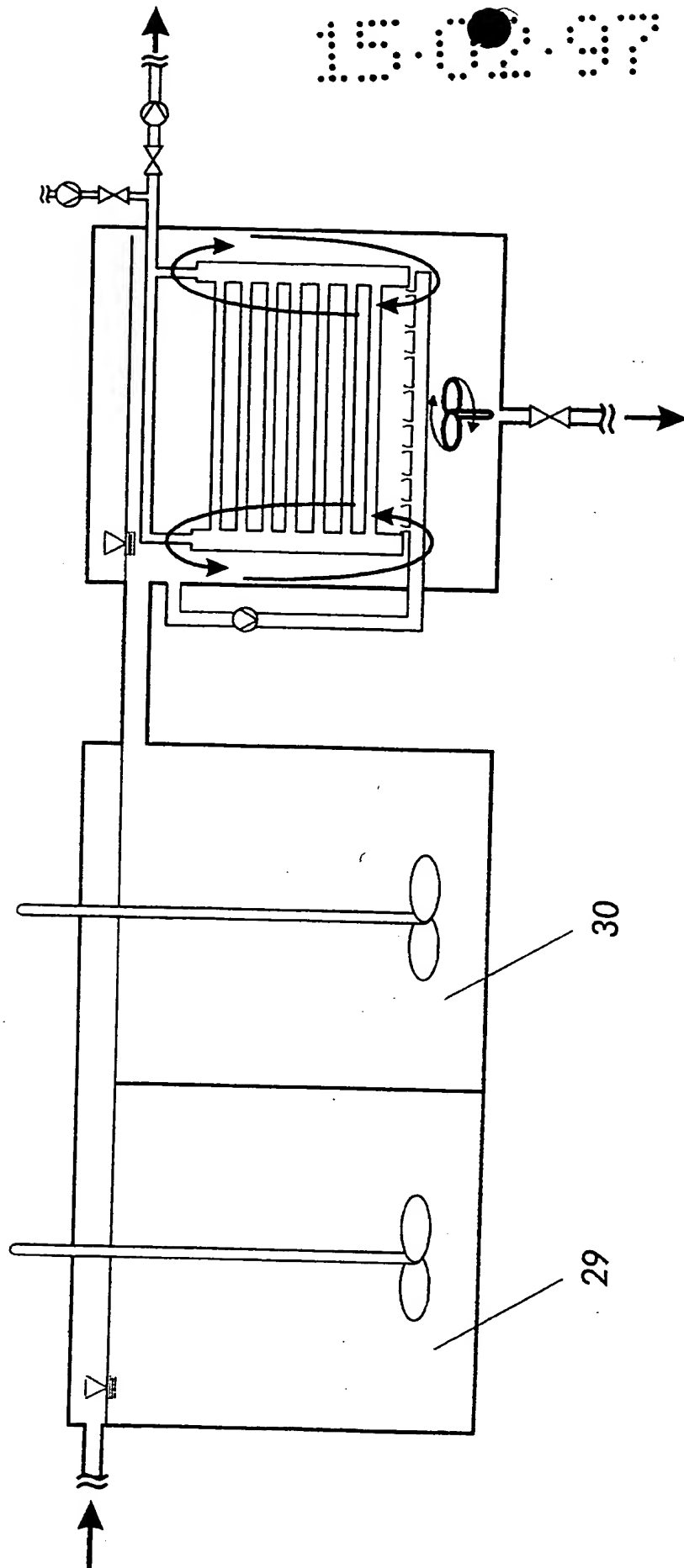
15.00.97



Figur 7

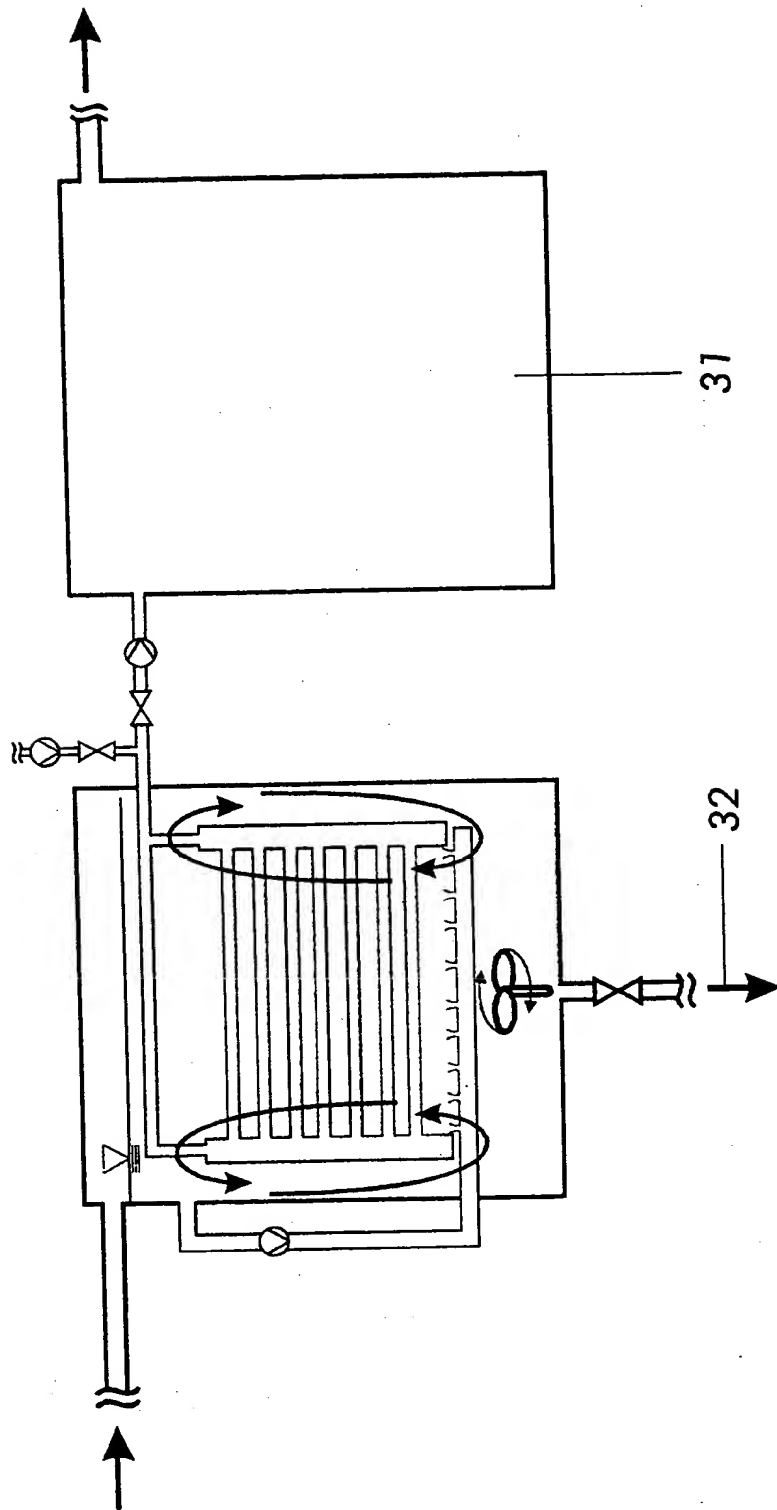


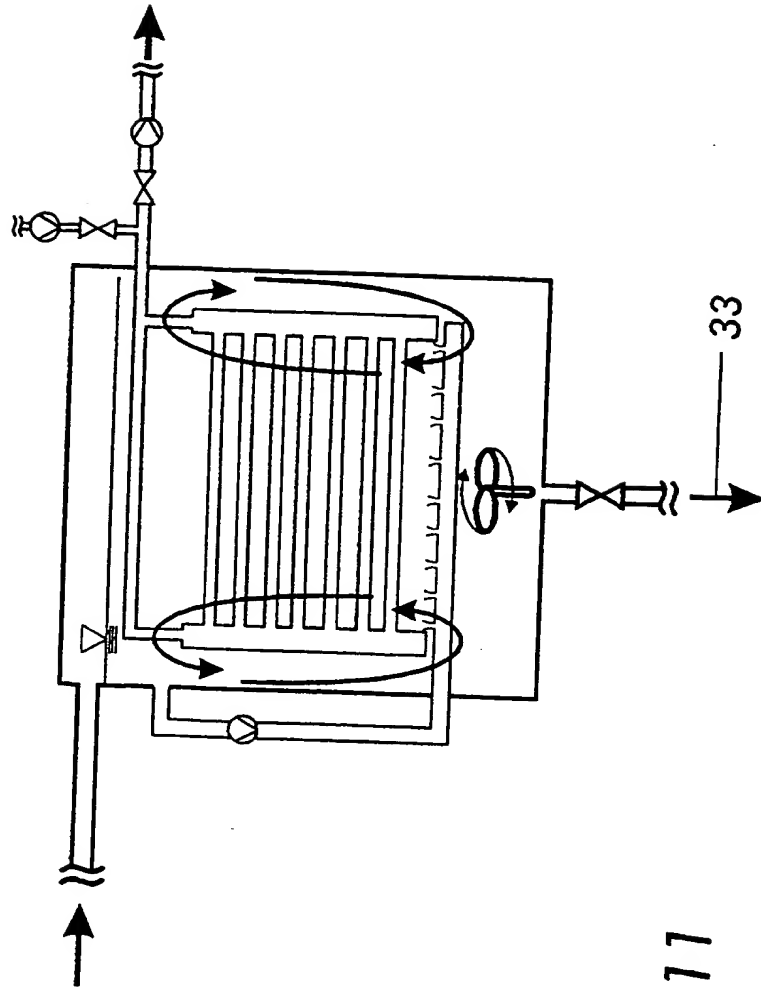
15.02.97



Figur 9

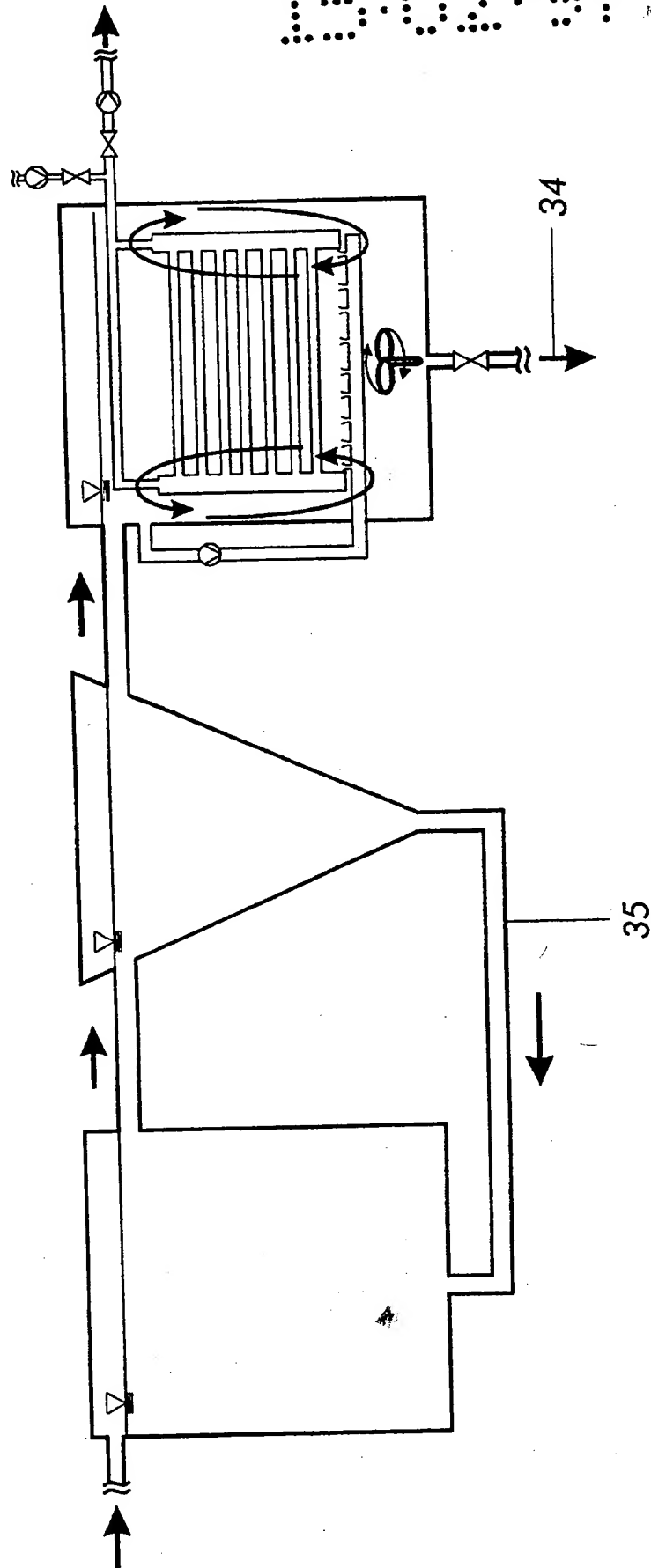
Figur 10





Figur 11

15.02.97



Figur 12